

| (51)Int.Cl. ³ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------|---------|-----------|-----|--------|
| C 0 3 B 8/04 | | 6971-4G | | |
| 37/018 | | C 8821-4G | | |
| G 0 2 B 6/00 | 3 5 6 A | 7036-2K | | |

審査請求 未請求 請求項の数12(全 10 頁)

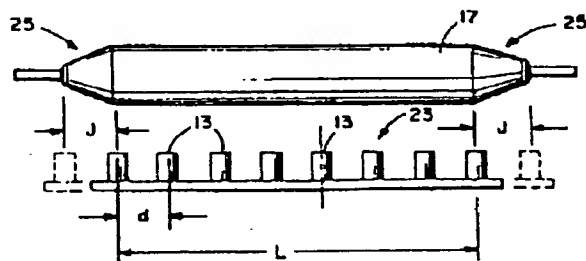
| | | | |
|-------------|-----------------|---------|---|
| (21)出願番号 | 特願平3-265523 | (71)出願人 | 390037903 コーニング インコーポレイテッド CORNING INCORPORATE D アメリカ合衆国 ニューヨーク州 コーニ ング (番地なし) |
| (22)出願日 | 平成3年(1991)9月18日 | (72)発明者 | ジョン スティール アボット、ザサード アメリカ合衆国ニューヨーク州14903、エ ルマイラ、ウツドサイド ドライブ2687 |
| (31)優先権主張番号 | 5 8 5 1 9 2 | (72)発明者 | ジョン ゲイヤー ウィリアムズ アメリカ合衆国ノースカロライナ州28409、 ウィルミントン、ドバー ロード201 |
| (32)優先日 | 1990年9月20日 | (74)代理人 | 弁理士 山元 俊仁 |
| (33)優先権主張国 | 米国 (US) | | 最終頁に続く |

(54)【発明の名称】 多孔質ガラスプリフォームの作成方法および装置

(57)【要約】

【目的】 迅速にかつ端部効果による損耗を最少限に抑え、それぞれプリフォームの全長の一部分だけに沿って移動する多数のバーナによって、プリフォームの一部分だけに沿って移動するバーナを用いてプリフォームの長さに沿って実質的に均一な特性を有するプリフォームを作成することである。

【構成】 細長い円筒状の出発部材を準備し、スート生成用バーナのアレイを設け、上記アレイの各バーナがプリフォームの使用可能な長さの一部分だけにスートを沈積するように上記スート生成用バーナのアレイと上記出発部材との間に相対的な振動運動を生じさせることによって上記出発部材上にガラススートを沈積させてプリフォームを形成する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】細長い実質的に多孔質のガラスプリフォームを作成する装置であって、

(a) 長手方向の軸線を固定してプリフォームを支持するための第1の手段と、

(b) 前記プリフォーム上にガラススートを沈積させるためのプリフォームに隣接したバーナのアレイと、

(c) 前記アレイ内の各バーナの移行が1つの方向における第1の限界と他の方向における第2の限界を有し、各バーナに対する前記第1および第2の限界の間の距離が前記プリフォームの使用可能な長さより小さくなるように、前記プリフォームの長手方向軸線に実質的に平行な通路に沿って前記バーナのアレイを振動させる第2の手段を具備した多孔質ガラスプリフォームの作成装置。

【請求項2】前記プリフォームと前記バーナのアレイの領域に前記プリフォームの長さにならって比較的均一な空気の流れを発生する第3の手段を具備した請求項1の装置。

【請求項3】前記第3の手段が前記プリフォームとバーナのアレイの領域内に空気を導入しかつ／または前記プリフォームとバーナのアレイの領域から空気を除去するための手段を具備しており、その手段はプリフォームの長さに実質的に等しいかあるいはそれより大きい長さを有している請求項1または2の装置。

【請求項4】前記除去手段は、必要に応じて溜めに連結されかつプリフォームの長さに実質的に等しいかあるいはそれより大きい長さの入口スロットを有する拡散器を具備しており、かつ／または前記導入手段はプリフォームの長さに実質的に等しいかあるいはそれより大きい長さのハニカムを具備している請求項3の装置。

【請求項5】前記バーナのアレイによって生じたスートをプリフォームから離れる方向に送る手段と、必要に応じて前記アレイの長手方向軸線と実質的に平行な軸線の周りで前記バーナのアレイを振動させる手段を具備している請求項1、2、3または4の装置。

【請求項6】前記第1の手段がプリフォームを実質的に垂直方向の配向状態に支持し、かつ前記装置がプリフォームの長さに沿った熱勾配の効果を最小限の抑えるために前記バーナのアレイの下方に配置された少なくとも1つの固定ヒータを具備している請求項1～5のうちの1つによる装置。

【請求項7】前記バーナアレイのバーナが互いに等間隔離間されており、かつ／または各バーナの第1および第2の限界間の距離が前記バーナ間隔に少なくとも等しく、好ましくは前記バーナ間隔の2倍のオーダーである請求項1～6のうちの1つによる装置。

【請求項8】前記バーナのアレイが直線であり、かつ／またはそのバーナのアレイの長さがプリフォームの長さに実質的に等しい請求項1～7のうちの1つによる装置。

2

【請求項9】前記振動手段が、前記バーナのアレイが方向を変更する場所を、好ましくはバーナのアレイを1つの方向に一定の距離だけそして反対の方向に可変の距離だけ移動させることによって変更させる手段を具備した請求項1～8のうちの1つによる装置。

【請求項10】細長い実質的に多孔質のガラスプリフォームを作成する方法であって、

(a) 細長い円筒状の出発部材を準備し、

(b) スート生成用バーナのアレイを設け、

(c) 上記アレイの各バーナがプリフォームの使用可能な長さの一部分上だけにスートを沈積させるように上記スート生成用バーナのアレイと上記出発部材との間に相対的な振動運動を生じさせることによって上記出発部材上にガラススートを沈積させてプリフォームを作成することよりなる多孔質ガラスプリフォームの作成方法。

【請求項11】前記工程(c)時にスートが、プリフォームの実質的に全使用可能長にならってかつ／または前記工程(c)のあいだプリフォームの使用可能長が実質的に円筒形のままであるような態様で、連続的に沈積される請求項10の方法。

【請求項12】前記バーナアレイと出発部材を通して空気を流す付加的な工程を含んでおり、前記空気の流れは前記出発部材の長さにならって比較的均一であり、かつ／または前記出発部材が実質的に垂直の配向を有し、かつ前記方法は前記出発部材の長さに沿った熱勾配の効果を最小限に抑えるために前記バーナアレイと出発部材の下方部分を通して流れる空気を加熱する付加的な工程を含んでいる請求項10または11の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光導波路ファイバを作成するのに用いるための多孔質ガラスプリフォームを形成する方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】多孔質ガラスプリフォームを形成するための種々の技術が公知である。例えば、米国特許第4135901号、同第4136828号、同第4203553号、同第4378985号、同第4486212号、同第4568370号、同第4684384号、およびヨーロッパ特許公告第154500号を参照されたい。

【0003】米国特許第4486212号に示されているような基本的な技術では、プリフォームをその軸線のまわりで回転させながら、そのプリフォームの長さに沿ってスート生成用バーナを往復移動させることを含む。この処理を開始するためには通常マンドレルまたはベイトロッドが用いられるが、このマンドレルまたはベイトロッドはプリフォームの爾後の処理時に除去される。ある場合には、先に形成されたプリフォームから作成されたコンソリデートされた(consolidated)ガラスロ

ッドがマンドレルに代えて用いられる。

【0004】プリフォームの製造効率を高めるために、多年にわたってこの基本技術に対する修正が行われて来た。例えば、プリフォームの周面のまわりに間隔を保持して離間配置されて別々に往復移動する複数のバーナが用いられた。他の改良が図1に示されている。この図に示されているように、単一の往復移動バーナを用いる代りに、複数の連結バーナ13a、13b、13cがキャリジ15上に取り付けられており、プリフォーム17の長さに沿って一体として移動される。このようにして、

スート沈積速度の実質的な増加が実現されている。【0005】しかし、連結バーナを用いることにも欠点がある。すなわち、多数のバーナで生成されるプリフォームの端部が中央部とは異なる性質を有するので、それらの端部はファイバを作成するために用いることができない。さらに、バーナの個数の増加に伴って使用できない部分の長さが大きくなる。

【0006】この作用が図1に示されており、この場合、最初と最後のバーナ13a、13b間の間隔はD、キャリジ15の移動距離はLである。この図に示されているように、キャリジがブランクの左側端部にある場合には、第1のネックダウン領域19はバーナ13cが到達しない領域に形成され、そして第2のネックダウン領域21はバーナ13bおよび13cが両方とも到達しない領域に形成される。プリフォームの右側にもそれらに対応したネックダウン領域が形成される。

【0007】これらの端部効果の結果として、完成プリフォームの使用可能な長さはわずかにL-Dにすぎない。隣接バーナ間の距離を小さくしてDを小さくすることによってこの問題を解決しようとする試みが行われている。この手法は、隣接バーナによって生ずる炎間の干渉のために成功していない。従って、従来技術による既存の往復移動装置では、ほんの少数の、例えば3個のバーナが連結されているにすぎない。

【0008】多孔質プリフォームを作成するためには、この基本的な方法のほかに、他の種々の手法が用いられている。それらのうちの1つの手法では、1つのグループのバーナを通過させてプリフォームを長手方向に移動させている。前記米国特許第4568370号および第4378985号ではこの手法を用いている。特に、これらの特許は一連の振動するバーナを通して回転部材を移動させることによってその部材上にスートを集めることを開示している。

【0009】プリフォームを作成する他の手法では、リボンバーナとして知られているものを用いている。そのバーナは近接離間された多数のオリフィスであり、そのオリフィスがそれぞれ固有の炎を生ずる。リボンバーナ技術によれば、バーナもプリフォームも長手方向に移動されない。オリフィス間隔、バーナ形状、およびバーナ

積する連続したスートシートを生ずるように選択される。前記米国特許第4136828号および第4203553号にこの手法が記載されている。

【0010】特に本発明に該当する特許は前記米国特許第4684384号である。この特許には、複数のバーナがプリフォームの全長に沿って通過されるプリフォーム作成装置が記載されている。ある実施例では、その装置は多数のプリフォームを同時に作成するために用いられ、その場合、それらのプリフォームは例えば1つの四角形の辺に沿って配置され、またバーナはその四角形の内側に配置され、そしてその四角形の辺に平行に連続したループをなして移動する。

【0011】プリフォームを作成する他の手法の問題を論述するにつき、前記米国特許第4684384号では、多数のバーナを用いつつプリフォームの一部分にわたって各バーナを前後に移動させるというアイデアについて述べ、そのアイデアを捨てている。すなわち、その特許の第2欄第21-26行目には、多数のバーナが用いられ、各バーナがプリフォーム全体の一部分だけに沿って前後に移動される場合には、すべてのバーナが厳密に同じ成分および量のスートを生ずるわけではないから、スートの堆積はプリフォームの全長にわたって均一にはならない。従って、上記米国特許第4684384号の教示は本発明とは離れている。

【0012】

【本発明が解決しようとする課題】本発明は多孔質ガラスプリフォームを形成するための方法および装置を提供することを目的とする。さらに詳細には、本発明は迅速にかつ端部効果による損耗を最少限に抑えてプリフォームを作成することを目的とする。本発明の他の目的はそれぞれプリフォームの全長の一部分だけに沿って移動する多数のバーナによってプリフォームを作成することである。本発明のさらに他の目的はプリフォームの一部分だけに沿って移動するバーナを用いてプリフォームの長さに沿って実質的に均一な特性を有するプリフォームを作成することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記および他の目的を達成するために、本発明はプリフォームの長手方向の軸線と平行な通路に沿って振動されるバーナのアレイを設ける。この場合、その振動は各バーナがプリフォームの一部分だけにスートを沈積するように振幅を制限されている。すなわち、連結された組のバーナを用いた従来の装置(図1参照)のようにプリフォームの全使用可能長にスートを沈積することは、どのバーナもしない。

【0014】さらに詳細には、方法の観点では、本発明は、

- (a) 細長い円筒状の出発部材を準備し、
- (b) スート生成用バーナのアレイを設け、
- (c) 上記アレイの各バーナがプリフォームの使用可能

な長さの一部分だけにスートを沈積するように上記スート生成用バーナのアレイと上記出発部材との間に相対的な振動運動を生じさせることによって上記出発部材上にガラススートを沈積させてプリフォームを形成する工程よりなるスートプリフォームの作成方法を提供する。

【0015】

【実施例】本発明の装置および方法の基本的な要素が図2に概略的に示されている。この図に示されているように、バーナアレイ23は長さLを有し、2Jの距離だけ振動される。すなわち、このアレイはその中心位置から右方に距離Jだけ振動され、その中心位置に戻され、左方に距離Jだけ振動され、そして再びその中心位置に戻されて1サイクルを完了する。蓄積する沈積の均一性を確保するのを助けるために振動振幅Jはバーナの間隔dに等しいかあるいはそれより若干大きいことが好ましい。また、バーナアレイの折返し点は、これも完成プリフォームの軸線方向の均一性を改善する目的のために組織的な方法で変更されることが好ましい。

【0016】図2に示されているように、本発明によって作成されたプリフォームは各端部に使用できない部分を有しているであろう。この部分の長さはJであり、このJは上述した拘束を受ける。すなわち、Jはdにほぼ等しい。

【0017】比較すると、図1の従来技術の方法で作成されたプリフォームの使用できない部分は2Dに等しい長さを有している。振動振幅Jがバーナ間隔dにほぼ等しくかつ連結した組の3つのバーナが2dに等しい全長Dを有する場合には、図1の従来技術と本発明との使用できない長さの差は2dのオーダーであり、これは大きく改善されたことを示している。さらに多くの連結されたバーナを用いて従来技術の装置のスート沈積速度を増大させようとする、本発明により得られる使用できない長さの減少はさらに顕著となり、例えば、従来技術における4つの連結バーナでは、改善は4dのオーダーであり、5つの連結バーナでは6dのオーダーと言う具合である。

【0018】本発明と従来技術との差は、プリフォームの使用可能長さと全長との比として定義される効率パラメータについても見る事ができる。従来技術と本発明の技術とにおいて両方ともバーナの数およびバーナ間隔がそれぞれnおよびdであり、また従来技術の場合の移動距離がLで、本発明の場合の振動距離がdであるとする、2つの手法における使用可能な長さと全長は次のようになる。

使用可能な長さ(従来技術) = $L - (n - 1) * d$

全長(従来技術) = $L + (n - 1) * d$

使用可能な長さ(本発明) = $(n - 1) * d$

全長(本発明) = $(n + 1) * d$

【0019】これら2つの手法の効率は次のようになる。

効率(従来技術) = $[L - (n - 1) * d] / [L + (n - 1) * d]$

効率(本発明) = $(n - 1) * d / (n + 1) * d = (n - 1) / (n + 1)$

【0020】プリフォームの長さは一般に機械的な制約および/または下流における処理上の拘束によって固定されているから、高い沈積速度は一般にnの値の増加に対応する。上記効率の式が示しているように、従来技術の効率はnの増加に伴って低下しており、それとは対照的に、本発明の効率はnの増加に伴って、1に近づく。

【0021】使用可能な長さにわたって実質的に均一な特性を有するプリフォームを作成するためには、本発明の装置は下記の特徴を有することが好ましい。第1に、できるだけ同様の特徴を有するバーナで構成されたバーナアレイを用いることが重要である。実際に、バーナ間のばらつきが最小であるバーナの部分でバーナの圧力低下の大部分が生ずるようにすることによってバーナ間のばらつきを軽減できることが判った。

【0022】例えば、従来のスート沈積用バーナを通る流れの多くは1つの開口からなる入口から複数のオリフィスからなる出口まで進行する。出口のオリフィスが複数であるがために、個々のオリフィス間のばらつきオリフィスの組について平均化して出口端部におけるバーナ間のばらつきが比較的小さくなる傾向がある。他方、入口では1個の開口が用いられているから、この端部におけるバーナ間のばらつきは出口端部より大きくなる傾向がある。従って、バーナ間の全体のばらつきを軽減するためには、バーナの圧力低下の大部分が出口端部で生ずるようにすることが好ましい。これは入口の断面積を大きくすることによって容易に実現できる。

【0023】バーナ間のばらつきを少なくすることに加えて、より低いスート温度を生ずるガス、酸素および反応物レシビを用いることが好ましいことも判った。また、レイダウン手順の初期段階時に比較的低い密度のスートを生成するレシビが有用であることが判った。技術的に知られているように、より低いガスおよび酸素の流量を用いることによってより低い密度のスートが得られ、またより高い反応物流量および/またはより低いガスおよび酸素流量を用いることによってより低い温度が得られ、任意の用途に用いられる特定のレシビは使用されるバーナアレイの特性とプリフォームの所望の化学的組成の関数である。

【0024】スート沈積装置をハウジング内に入れ込みかつそのハウジングを通る空気流を制御することによっても均一性の改善が認められた。特に、バーナアレイとプリフォームの領域における空気流は、これらの流れが1) プリフォームの長さにかわって比較的均一であり、かつ2) プリフォームの長手方向の軸線に対して実質的に垂直であるように制御される。

【0025】これらの空気流は、プリフォームの長さにか

等しいかあるいはそれより大きい長さを有するバーナアレイ／プリフォーム領域の出口端部に拡散器を用いることによって得ることができる。さらに、このバーナアレイ／プリフォーム領域に入る空気は実質的に層流をなすように制御されることも好ましい。この目的に対してはオリフィスのアレイ、例えばハニカム構造を用いることができる。本発明の好ましい実施例では、空気はハニカムを通り、バーナアレイを通り、そしてプリフォームを流れて、上記拡散器を流れて上記バーナアレイ／プリフォーム領域から外に出るように流れる。

【0026】上記の特徴に加えて、バーナアレイとプリフォームが垂直方向に配向されている場合には、プリフォームの長さに沿った熱勾配の効果を最小限に抑えるためにプリフォームの底の領域に1つ以上の高出力エンドヒータを用いることが望ましい。プリフォームを作成するに当たって過去にもエンドヒータが用いられていたが、そのようなエンドヒータは高出力型のもではなく、プリフォームを垂直方向に配向したことによって生ずる熱勾配の効果を最小限に抑えるために用いられたものでもない。また、垂直の配向で用いられた場合には、バーナアレイ／プリフォーム領域における水平方向の空気流の大きさはプリフォームの長さに沿った対流の空気流によるプリフォーム内の不均一性を最小限に抑えるように選択（増加）されなければならない。

【0027】上述のように、本発明は光導波路ファイバを作成するのに使用するための多孔質ガラスプリフォームを迅速に製造することに関するものである。本発明はシングルモードとマルチモードの両方のファイバを製造するためのプリフォームに適用可能である。本発明はプリフォーム全体またはその特定の部分を作成するために用いることができる。

【0028】例えば、本発明の特に有益な用途はコンソリデートされた(consolidated)コアロッドにクラッドを添着させる場合、すなわちケーンオーバクラディング(cane overcladding)として技術的に知られている処理に適用する場合である。このように使用された場合には、バーナアレイによって生成されるスートは一定の組成を有しており、例えば、それは典型的には純粋なシリカである。他方、ファイバのコアとなるプリフォームの部分を作成するために用いられた場合には、バーナアレイによって生成されるスートはシリカと1またはそれ以上のドーパントとの混合物である。また、このように用いられた場合には、スートの組成は、プリフォームの異なる部分が所望の形態の屈折率分布を生ずるようにレイダウンされにつれて、変更される。

【0029】本発明を実施するのに適した装置が図3～6に示されている。この装置では、プリフォームの全長にわたって移動するバーナを用いた従来の装置で得られるものより3倍も大きい速度でプリフォームを作成できる。さらに、この装置で用いられる空気流が大きいこと

によって（下記の論述を参照）、この装置は従来の装置と較べて比較的清潔な状態にある傾向があり、それによっても、この場合には各稼働間に必要とされるクリーンアップ時間(clean-up time)の短縮によって装置の生産性を改善する。

【0030】概観すると、図3～6の装置はプリフォーム17の中に配置されるハウジング33と、バーナアレイ23と、このバーナアレイに処理ガスを供給するためのマニフォルド31と、バーナアレイを往復動（振動）させるためのキャリッジ35と、プリフォームの底部における高出力エンドヒータ77と、プリフォームの頂部における従来の低出力エンドヒータ85と、ハニカム55と、拡散器43と、この装置のバーナアレイ／プリフォーム領域67に均一な空気流を与えるための収集タンク45を具備している。

【0031】プリフォーム17はチャック27および29によってハウジング33内に静止して垂直の配向状態に保持される。スートのレイダウン(laydown)時に、プリフォームは、支持ハウジング47内に収納されていて上方のチャックを回転させるモータ（図示せず）によって、その長手方向の軸線のまわりで回転される。支持ハウジング47は、スート・レイダウン工程の進捗状況をモニタするために重量測定装置、例えばはかりをも具備している。

【0032】バーナ13はマニフォルド31上に取り付けられているが、互いに等間隔で離間されていることが好ましい。実際には、4インチのオーダーのバーナ間隔が適していることが認められた。勿論、必要に応じて、それより大きいまたは小さい間隔を用いることもできる。下記の実験では、マニフォルド31は全長が44インチで、11個のバーナを担持していた。この場合にも、本発明を実施するには、バーナの個数はそれより多くてもあるいは少なくともよく、またマニフォルド31の長さもそれより大きくても小さくてもよい。

【0033】図3および4に示されているように、バーナにはバーナカバー57を装着することができ、このバーナカバーはプリフォームの熱からバーナを保護するとともに、バーナをより低い温度で稼働させるようにすることができる。バーナの領域における多量の空気流（下記参照）も低いバーナ温度を維持するのを助ける。あるいは、図5および6に示されているように、バーナはカバーしないで動作させることもできる。

【0034】マニフォルド31は各バーナ13に処理ガスを供給するものであって、上端部をこのようなガスの供給源（図示せず）に連結されている。必要に応じて、処理ガスはマニフォルドの底部に供給してもよく、あるいは頂部と底部に同時に供給してもよい。マニフォルド31はその中での圧力低下を最小限に抑えかつそれによって各バーナに対して等しく処理ガスが供給されるようにするために大きい内部チャンバ（チャンネル）を具備

していることが好ましい。

【0035】1) レイダウン工程の始めに出発部材、例えばベイトロッド、マンドレル、またはコンソリデート済みコアロッドを導入すること、および2) このレイダウン工程の終りの多孔質ガラスプリフォームを取外すことを可能にするために、キャリア35とマニフォールド31が駆動機構51によって互いに連結され、その駆動機構51は図5に示された位置(動作位置)から図6に示された位置(挿入/取り出し位置)までバーナ13を回転させることができる。挿入/取り出し位置にある時には、バーナ13はハウジング33の壁、特に内壁に向けられる。ハウジングの内面に対する損傷を防止するために、フィルタ37、導管39、ハウジング保護ブロウ39、および分配用マニホルド61よりなる空気偏向装置が用いられ、これによってバーナ13からの炎とスートを拡散器43に向う方向に、従ってハウジング33の壁から離れる方向に偏向させるようになされる。

【0036】バーナアレイ23はキャリア35によってプリフォーム17と平行な通路に沿って振動される。キャリア35の振動は駆動モータと、ユニバーサルジョイントを有するリードスクリューおよびボールナット構体とによって行われる。駆動モータはバーナアレイの折返し点が後述する形式の予め選択されたパターンで変化され得るようにコンピュータ制御される。キャリア35は、レース内の1つのボールが他のボールに対して詰るようなことがない自動整合形リアベアリングを具備していることが好ましい。勿論、アレイを振動させるためには必要に応じて他の機構を用いてもよい。

【0037】上述のように、バーナアレイの振動の振幅はプリフォームの全長より小さく、各バーナはプリフォームの一部分だけ、例えばプリフォームの20%だけに沿って移動するにすぎない。個々のバーナの沈積パターンが結合して単一の均一なパターンにはならず、従って平滑な円筒状のプリフォームを生成しないから、バーナアレイの振動が必要である。

【0038】沈積を均一にするために装置を前後に振動(ジョギング)させる場合には、下記の点を考慮する必要がある。

1. 沈積速度とスート密度はプリフォームの局所的な表面温度に依存し、かつ例えば装置の右端部までのジョグ(jog)が左側に戻る前に停止すると、その最大移行位置で、熱い沈積流がスートの密度を高くするとともに局所的な直径を減少させる。この減少は上記停止と、戻りのジョグが始った後で、上記熱い沈積流が、冷却のチャンスのなかった軸線方向の位置を最初に通過するという事実との双方に基因する。従って、ジョグの長さは、折返し点が場所的に変更しかつプリフォームに沿って均一に離間されるように、変更されなければならない。

2. いったん直径の減少が生ずると、沈積速度は目標直径に依存するから、プリフォームのその領域がさらに

小さくなり、沈積されるガラスが少なくなって局所的な凹部ができる。

3. 折返しの効果はそれが生ずる時点におけるプリフォームの直径に依存し、かつプリフォーム直径は時間とともに変化する。従って、折返し位置を変える場合には、沈積工程の全体にわたって、すなわちその工程全体にわたって連続的に、できるだけ均一な折返し間隔を得るパターンを用いることが重要である。

4. バーナアレイの移動速度は制限されるから、直径の差が顕著になりかつ新しい折返しで以前と同じ沈積パターンを有しなくなる前に完了できるジョグの数はほんの僅かにすぎない。また、ある状況では沈積されるスートの密度は移動速度に依存するから、二重加熱による折返しでの密度変化が、付加的なジョグが均一性の改善を助長し得る速度より速い速度で悪化せらる。

【0039】これらの事項は、折返し点の場所を系統的に変更するジョグパターンを用いることによって首尾よく取入れることができる。効果的であることが認められたパターンが図7に示されている。

【0040】説明の便宜のために、この図に示されたパターンはバーナの間隔を100ミリメートルとしており、各バーナがバーナのホームポジションを中心としたプリフォームの200ミリメートルの領域上にスートを沈積させる。従って、バーナが左に移動しているときには、その200ミリメートル領域の左側半分の部分はそのバーナの左隣のバーナからのスートを受取る。すなわち、振動パターンのピーク・ツー・ピーク振幅はバーナ間隔の2倍となるので、プリフォームの使用可能な部分の各領域は2つのバーナからスートを受取る。

【0041】図7のパターンでは、左側のジョグのサイズを一定に保持しながら右側のジョグのサイズを変更することによって折返し点の場所が変更される。これにより、右側のジョグが左側のジョグより小さい(左側ドリフト)か大きい(右側ドリフト)かによって、バーナアレイが左方へまたは右方へドリフトすることになる。さらに、右側ジョグと左側ジョグとのサイズの差の大きさがレイダウン工程時に系統的に変化され、折返し点の場所をさらに変更させる(interleave)。

【0042】このパターンの最初の20のジョグが図7に示されており、左のジョグは偶数個ですべて同じサイズを有しており、右のジョグは奇数個で、ドリフトの方向によって左のジョグよりDミリメートル大きいあるいは小さい。Dの適当な値はバーナの振動の全振幅の10%、すなわち図7では20ミリメートルである。インターリーブ(interleaving)を実現するためには、左側のジョグが、11、21、3141、5161、71、および81番目のジョグで若干修正される。特に、先の10のジョグに正確にインターリーブするために11、31、51、および71番目のジョグは右のジョグを+0.5Dだけ修正し、21および61番目のジョグは右

のジョグを-0.25Dだけ修正し、41および81番目のジョグは右のジョグをそれぞれ-0.625Dおよび-0.875Dだけ修正し、これによってバーナアレイを図7に示された初期位置に戻し、それとともにプロセスが再び反復される。

【0043】実際に、上記のパターンは折返しの問題をうまく解決することが認められた。勿論、折返し点がランダムにまたはほぼランダムに選定されるパターンを含めて他のパターンも本発明を実施するために用いることができる。

【0044】レイダウン工程時に、バーナ13が相当な量の熱を発生するから、ハウジングのベースに配置されたブロワ49が装置の種々の構成要素を冷やすために設けられている。特に、ハウジング33は、まずハウジング保護ブロワ39を、そしてキャリジ35とその駆動機構を冷やすようにブロワ49によって与えられる空気を分配するための適当な導管を具備している。冷却空気は導管71を通してハウジン33の頂部を出て、支持ハウジング47を通してこれを冷やし、そして最後に適当な汚染防止装置に連結された主排気導管41を通して装置から出る冷却装置中を流れる空気の量はハウジング33の頂部に配置されたスロットバルブによって制御される。

【0045】バーナアレイ/プリフォーム領域における空気の流れはハニカム55、拡散器43、収集タンク45ならびに領域67におけるハウジングの内壁の全体としての漏斗形状によって制御される。領域67を流れる空気は拡散器43に対抗してハウジングの壁に形成された適当な流入開孔を通じてハウジング33に入る。

【0046】ハニカム55はマニホールド31を完全に包囲しており、バーナ13がそれらの動作位置(図5参照)にある場合にシール73によってハウジング33の内壁に封着される。ハニカムはバーナアレイ/プリフォーム領域に入る空気から上流の乱流を除去するとともに、その空気をプリフォームの軸線に対して実質的に垂直でかつバーナの炎に対して実質的に平行な方向に流れさせる。このハニカムは、0.25インチのオーダの幅、2.5インチのオーダの深さを有する六角形の開孔のアレイで構成され得る。

【0047】拡散器43はバーナアレイ23の全長だけ走行し、その広い端部を収集タンク45に連結されており、このタンクもバーナの全長だけ走行する。収集タンクを通り、そして拡散器を通る空気の流れはそのタンクを主排気導管41に連結する排気バルブ75を通じて制御される。排気バルブと収集タンクの連結部およびタンクの底とそれの支持ベースの連結部が、タンクが温度変化に伴って膨張収縮しても漏洩を生じないタンクの運動を許容することが好ましい。これらの接合部にテフロンワッシャを用いればこのような運動を生じさせるのに適した方法が得られる。

【0048】タンク45は拡散器に対する開口に沿ってほぼ一定の圧力を与えるという重要な機能を果たす。すなわちこのタンクは圧力溜めとして機能する。このためには、タンクはできるだけ大きい直径を有しているべきである。さらに、排気空気が拡散器43を出てタンク45に入るときの境界層分離を最小限に抑えるために、拡散器は比較的小さい膨張角、すなわち約6°より小さい膨張角を有していなければならない。

【0049】実際に、30インチの直径を有する収集タンクとその収集タンクでの幅が5インチで、入口スロット81での幅が2インチだる拡散器が効果的であることが認められた。この構成および上述したハニカムでは、バーナ13をオフにした状態で、プリフォーム17の領域では2.7%の空気流の変化が認められた。バーナがオン状態では、このばらつきは5.6%まで増加した。両方の場合に、拡散器の端部で最小の空気流が認められ、冷測定では底で最低空気流が認められ、バーナをオンにした状態では頂部で認められた。このばらつきは毎分400~800立方フィート(cfm)の範囲の流れの場合には全体の空気流とは比較的關係である。

【0050】上記の空気流制御装置と1200cfmのオーダの全空気流を用いて作成されたプリフォームは12~15%のオーダの直径ばらつきを有していることが認められ、底部の直径が頂部より大きかった。このばらつきをさらに減少させるために、バーナアレイ23の下に配置された高出力エンドヒータ77を用いてプリフォームの全長にわたる比較的一定の対流性加熱効果を与えるようにした。

【0051】エンドヒータの効果が図8のストグラフに示されている。このグラフはプリフォームの直径(ミリメートル)とこのプリフォームの頂部(底部)からの距離の関係をプロットしたものである。四角で示されたデータポイントは、高出力エンドヒータ77に代えてプリフォームの底部に低出力エンドヒータを用いて作成されたストブランクに対するものであり、一方、クロスで示されているものは高出力エンドヒータを用いて作成されたブランクに対するものである。このブランクの底部分の直径が減少していること、ならびにバーナ77を付加することによって均一性が全体的に増加していることがこのデータから明らかである。他の実験では、高出力エンドヒータを用いると直径のばらつきが3.6%まで低下することが示された。

【0052】ハニカム55と一緒におよびそのハニカムなしでバーナ77を用いた実験も行なわれた。ハニカムを省略した場合には、ブランクの下の方の25%の直径がハニカムを用いた場合より幾分か小さかった。しかし、全体の効果は図8に示されたものより大きくはなかった。すなわちバーナ77のほうがハニカム55より均一性に対する影響が大きいことが判った。

【0053】さらに他の実験を行ない、本発明の装置お

13

よび方法を用いてケーシング・オーバークラディング (can e overcladding) が実施され、それによって得られた多孔質ガラスプリフォームがコンソリデートされかつ軸線方向のばらつきについてテストされた。この実験では、コンソリデートされたブランクのケーシング/クラッド直径比はブランクの軸線方向における外径の変化よりも驚くほどはるかに小さいことが判った。特に、ケーシング/クラッド変化は直径変化の約 $1/3$ であった。

【0054】同様に、ファイバがコンソリデートされたブランクから線引きされる場合には、コンソリデートされたブランクの直径変化から予想された値の約 $1/3$ のカットオフ波長変化を有することが判った。完成したファイバはそのカットオフ波長でグレードをつけられるから、このことは重要な結果であり、従って本発明を用いた場合にはカットオフ波長がブランクの直径より変化が小さいという事実は、ファイバ製造の観点から価値のあることである。

【0055】以上本発明の特定の実施例について説明しかつ図示したが、本発明の精神および範囲から逸脱することなしに修正がなされ得る。例えば、装置のバーナアレイ/プリフォーム領域における空気の流れを制御するためには、ハニカム 55、拡散器 43 および収集タンク 45 以外の他の手段を用いることができる。特に、空気流を制御するためにはこれらの要素全体より少ない要素ですみ、例えばハニカム 55 を省略してもよい。また、バーナとプリフォームの領域に所望の制御された空気流を得るためには、他の空気流技術、例えばバッフリングおよび/またはマニホールド装置を用いることができる。

【0056】同様に、本発明を実施するには、バーナアレイとプリフォームとの間に相対的な振動運動を与えるための手段として図示されたもののほかに他の手段を用いることができる。例えば、プリフォームの長さに沿って所望の均一性を得るためには、バーナアレイを振動させる代りに、プリフォームを振動させたり、あるいはアレイの振動とプリフォームの振動を組合せてもよい。

【0057】勿論、このような交互振動方式では、各バーナがプリフォームの使用可能な長さの一部分だけにスートを沈積させるにすぎないように、アレイノバーナと

14

プリフォームとの相対運動の限界を制御しなければならない。上述したアレイ振動手法と同様に、これらの交互振動手法も、1) プロセスが完了するまでスートがプリフォームの実質的に全使用可能長にわたって連続的に沈積される、2) 沈積プロセスの全体にわたってプリフォームの使用可能な部分が実質的に円筒形をなしているという共通の特徴を有する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】多孔質ガラスプリフォームを作成するための従来技術の概略図である。

【図 2】そのようなプリフォームを作成するための本発明の技術を示す概略図である。

【図 3】本発明を実施するのに適した装置の斜視図である。

【図 4】図 3 の装置の一部断面側面図である。

【図 5】バーナアレイをその動作位置にした場合の図 3 の装置の一部断面上面図である。

【図 6】バーナアレイをその挿入/取り出し位置にした場合の図 3 の装置の一部断面上面図である。

【図 7】本発明で用いるのに適したバーナアレイ振動パターンを示すグラフである。

【図 8】プリフォームの長さに沿った熱勾配の効果を最小限に抑えるためにバーナアレイの下に高出力エンドヒータを用いて得られる均一性の改善を示すスートグラフである。

【符号の説明】

17: プリフォーム

23: バーナアレイ

31: マニホールド

33:ハウジング

35: キャリジ

43: 拡散器

51: 駆動機構

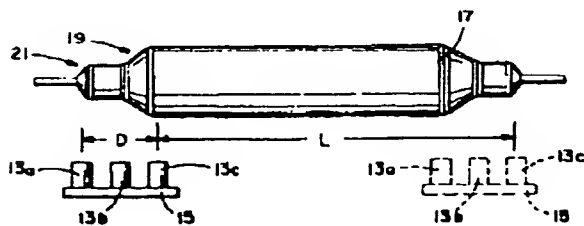
55: ハニカム

67: バーナアレイ/プリフォーム領域

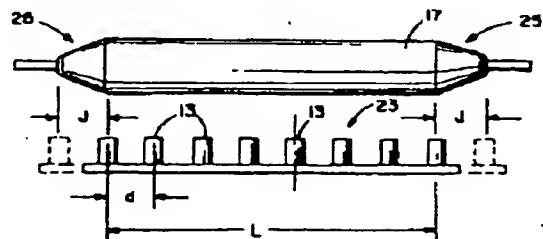
77: 高出力エンドヒータ

85: 低出力エンドヒータ

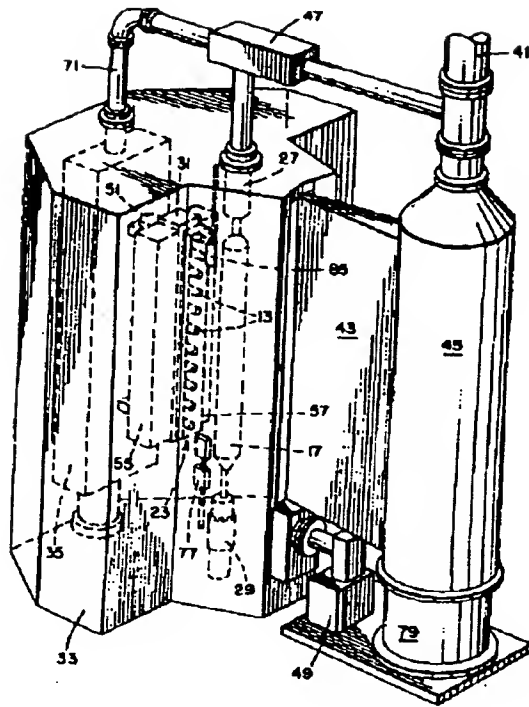
【図 1】



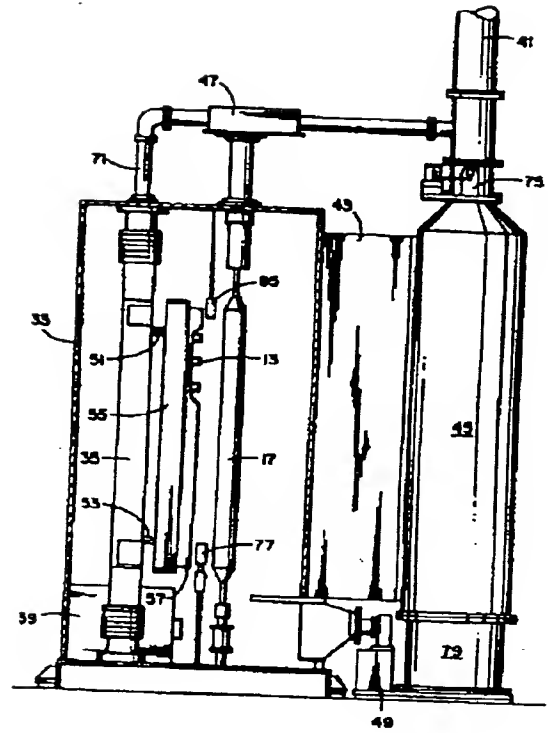
【図 2】



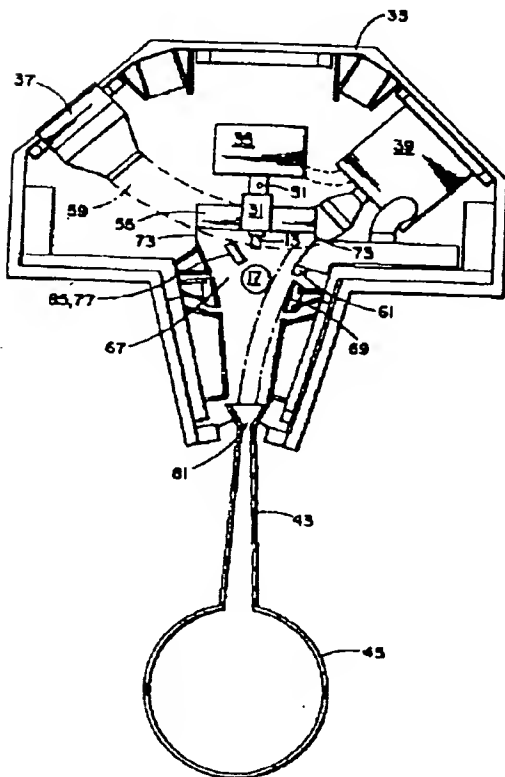
【図3】



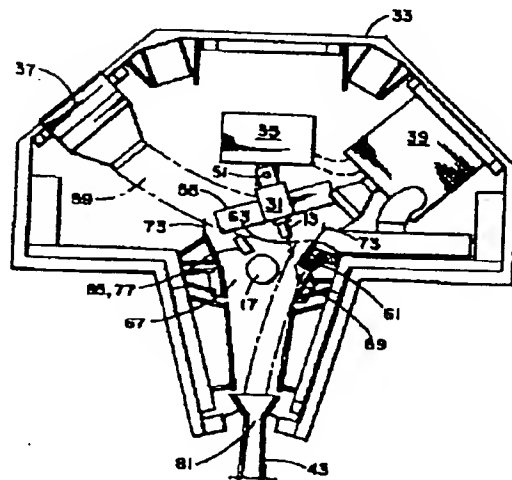
【図4】



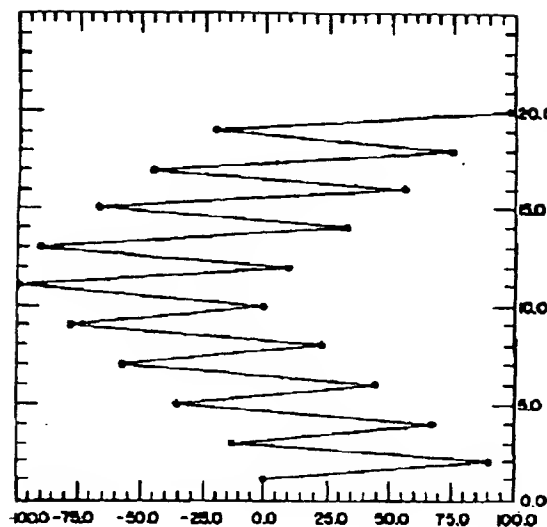
【図5】



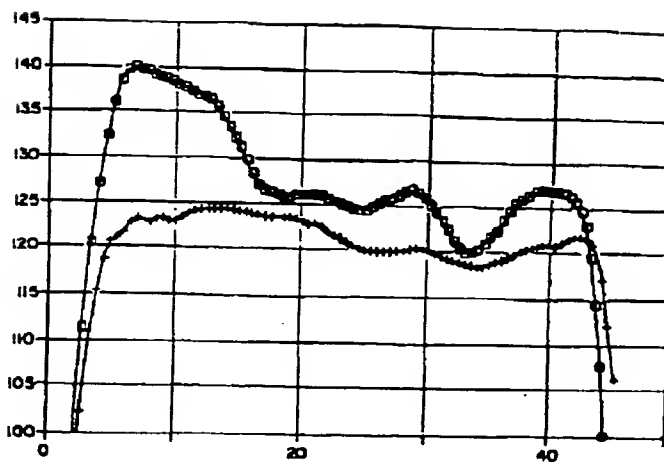
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 マーク チャールス パーツ
アメリカ合衆国サウスカロライナ州29615、
グリーンビル、25スコツツウッド、ウッド
ポインテ ドライブ40

(72)発明者 ジェイムズ ヘンリ フエイラー
アメリカ合衆国ノースカロライナ州28403、
ウイلمントン、サウス ライブ オーク
パークウェイ2118

(72)発明者 ウィリアム シャーマー、ザサード
アメリカ合衆国ノースカロライナ州28409、
ウイلمントン、シャドウ ブランチ レ
ーン5212